

# 地質調査井 豊肥1号井 および 岳の湯K-7号井 の成功

馬場 健三・上村 不二雄・高島 勲 (地殻熱部)  
Kenzo BABA Fujio UEMURA Isao TAKASHIMA

熊本県小国町 南小国町および大分県九重町 久住町にまたがる豊肥地熱地域は大岳 八丁原の両地熱発電所を含む我国でも屈指の大地熱地域である (第1図)。

昭和53年度からこの地熱地域において 通産省は大規模深部地熱発電所環境保全実証調査というプロジェクトを行って来ている。実際には新エネルギー総合開発機構 (通称 NEDO) が推進母体となり 電源開発株式会社が受託実施している。この調査について地質調査所では諸データの総合解析という面で研究計画をもっている他に調査にあたっての技術指導を受託調査として行って来た。また NEDO に設けられた調査推進のための委員会には委員長として沢次長をはじめ5人の所員が参加協力している。

わが国でこれまでに開発されている地熱発電所はいずれも地下の比較的浅い所 (2,000m深以浅) を対象としている。一方外国での開発はより深い方向にすすんでおり今後わが国でさらに大規模な地熱開発をすすめる上に現在より深部の開発を考えていかねばならない。

そのためには今まで例のない深部地熱流体の採取利用還元サイクルが十分に安全でかつ確実にであり環境保全上さしつかえないことを実証する必要がある。本調査



第1図 豊肥地域位置図

計画は豊肥地域をモデル地域として選定しこの実証をしようとするものである。

昭和53年度からはじめられたこの調査は初年度には地上の次の諸調査が中心であった。即ち 地質構造調査 水文・地化学調査 空中磁気探査 熱流量調査 重力探査 中発破探査 AFMT 法調査 プライツスポット調査 地形構造調査 電気探査 熱映像調査 微小地震探査などである。またボーリング調査としては1,500m構造試錐1本である。なお上の熱流量調査は80mおよび500m深の熱流量調査孔を掘削してのものでありこれもボーリング調査のカテゴリーにいれても考えられる。

54年度には上記の各地上調査の方法による精密調査及び補足調査が実施されると共に 1,500mの構造試錐が3本掘削された。55年度においては53, 54年度の地上調査 地下調査の結果の総合的解析に基いていよいよ3,000m級の調査井の掘削地点の選定がなされた。同時に更に1,500mの構造試錐1本が行われた。以上の他環境監視の調査と準備が初年度から行われた。まづ環境影響調査として 気象 大気 水質 騒音 振動 動植物 自然景観 温泉の現況の調査を行い 将来の地

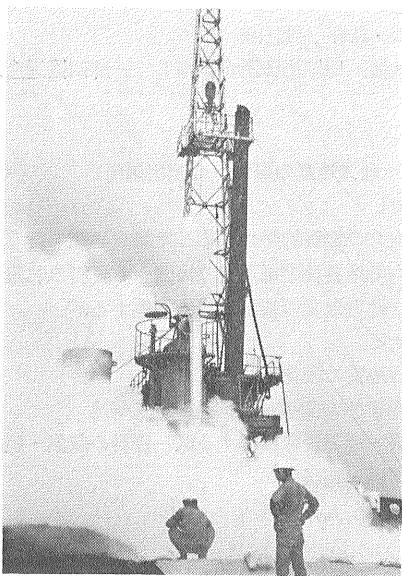


写真1 噴気のはじまった DY-1号井

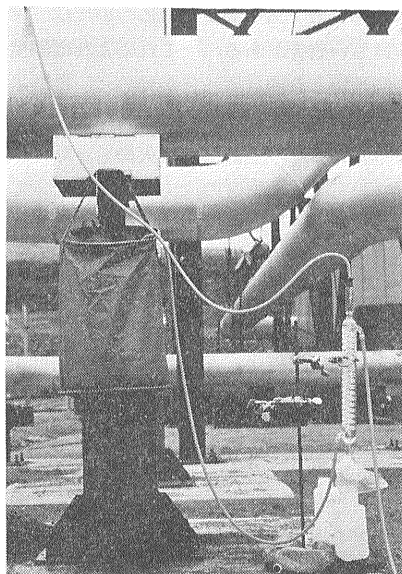


写真2  
DY-1号井から  
の凝縮水の採取



写真3  
DY-1号井から  
のガスの採取

熱開発時にこれらについて調べるバックデータの収集がなされた。また モニタリングとして 地下水変動 自然地震 水分布変動 重力などの観測あるいは観測システムの設備が54年度よりはじめられた。

55年度10月には前述の新エネルギー総合開発機構が発足し本調査についての現在の実行体制が出来上ったのである。

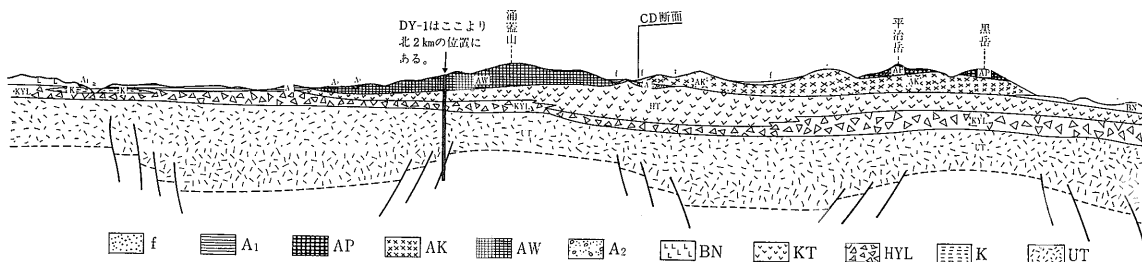
以上の様に地表調査と浅い深度の調査井掘削からはじめられたこの調査は昨年8月にはいよいよ3,000m級の調査井の掘削にまでこぎつけた。そして今年1月に2,620m深度にて一号井が掘止めとなった。

その後諸準備のため噴気テストが遅れていたが6月1日テストが行われ 噴気を見た。計測の結果10t/時間の蒸気と100t/時間の熱水が連続噴出し現在に至っている。期待より若干坑内温度が低い為 水と蒸気の

比が幾分大きい 今後さらに調査井の数が増され いずれ有力な深部地熱流体の採取にこぎつけると考えられている。この一号井の成功は第1号のテストとしては一応の評価が与えられてよからう。

一方 熊本県企業局ではかねてこの豊肥地域内にある岳の湯地熱地域において独自の調査をすすめて来ているが今年3月末に1,500m深の調査井を掘削した。K-7号井とよばれるこの調査井は4月13日のテストの結果 熱水 20t/時間 蒸気 8.5t/時間という良好な成績を得た。岳の湯地熱地域については地質調査所は昭和40年頃より調査研究を行って来ており また今回の調査井掘削にあたって受託調査を行い調査の推進に協力して来た。今回の成功は関係者の多年の努力の結果であり高く評価されるものであろう。

以下には豊肥地域の一号井付近を中心とした地質の概要および岳の湯における調査研究の一端を紹介すること



第2図 豊肥地熱地域中心部の地質断面図

f: 扇状地・崖錐堆積物及び降下火山灰。 A<sub>1</sub>: 阿蘇火砕流。 AP: 九重火山群輝石安山岩溶岩。 AK: 九重火山群輝石角閃石安山岩溶岩。 AW: 湧蓋山溶岩など。 A<sub>2</sub>: 九重火砕流。 BN: 豊後火山岩類。 HT: 筑紫溶岩。 KYL: 耶馬溪下部層 (成層集塊岩層)。 K: 珍珠層群。 UT: 宇佐層群及びその相当層。  
(この図は豊肥地熱地域地質図編集グループ(1982)より作成したものである。)

とする。

地質のあらまし

豊肥地熱地域地質図編集グループ (1982) による 10 万分の 1 地質図では この付近の地質は下位から玖珠層群 (K)・筑紫溶岩 (HT)・万年山溶岩 (BHA)・耶馬溪溶結凝灰岩 (BY)・湧蓋山溶岩 (AW)・阿蘇火砕流 (A<sub>1</sub>) などからなっている。玖珠層群より下位には宇佐層群とその相当層 (UT) 先第三紀の花崗岩類 (G<sub>L,2,3</sub>) や変成岩類 (MS など) がある。これらは地質図の北・南および西には広く分布しているが DY-1 の坑井位置を含む 湧蓋山・九重山など第四紀の火山や温泉・地熱井の多い図の中心部には殆んど見られない。このことは 中心部が周囲に比らべて沈んでいる盆状構造の存在を意味している。ブーグ異常でも 部分的な高重力異常域を除くと やはり中心部は周囲に比べて低い盆状の低重力異常を示している。しかし最近地熱開発が進み数多くのボーリングが実施された結果 中心部のそれ程深くない所から 宇佐層群や先新第三紀の変成岩類などが見付かり 盆状構造といっても洋食皿の様な浅いものであることが判って来た。

DY-1 でも深度 650m まではおもにさきの筑紫溶岩 (豊肥火山岩類) と玖珠層群からなるが それから坑底 (2,620 m) までは 宇佐層群に相当する先玖珠変質火山岩類が厚く分布している。先新第三系の岩石には達していないが それでもこの付近が浅い盆状構造の一部であることが良く判る。

先玖珠層の火山岩類は 東北地方内帯などの新第三系下部に見られるグリーンタフやプロピライトに似た変質した火山岩類を主としており 深度 1,860 m までは安山岩質であるが それ以深はおもにデイサイト質で 玄武岩質安山岩の溶岩を挟んでいる。

宇佐層群とその相当層の原岩や層序については余り記載がない。しかしこの位置から西へ 20 数 km 離れた前津

江山地の宇佐層群相当層である鯛生層群については 木戸 (1981) による詳しい研究がある。これによれば鯛生層群は下から御側累層と合瀬累層に分かれる。御側累層の下部は秋伐火砕岩と呼ばれ おもにデイサイト質の火山岩類からなっている。上部は中伐火砕岩と呼ばれこれと合瀬累層はおもに安山岩質の火山岩類からなっている。いずれも緑色化変質が著しい。DY-1 の先玖珠層の火山岩類の原岩と層序はこれと良く一致しており 下部のデイサイト質の火山岩類は御側累層の秋伐火砕岩類に対比することができ もしこのまま掘進していれば 3,000 m に達する前に先新第三紀の基盤岩類が見付かったであろう。

地質図には地形リニアメントが画かれている。このうち太線の明瞭度 a のリニアメントの大部分は 多くの研究者によって活断層と認定されている。DY-1 や 峠の湯・岳の湯などの温泉を含むこの湧蓋山一帯は東西方向のリニアメントが密集しており その大部分は極めて新しい正断層である。落ちの方向を調べると この付近一帯は東西方向に地溝状に落ち込んだ地域らしい。

池田 (1979) は 大分県中部の活断層系を調べ 東西方向の正断層で限られた幾つかの地溝帯を見付け そのなかで万年山地溝と速水地溝についてその形成機構をくわしく述べている。湧蓋山近くは速水地溝の西への延長にあたり 池田 (1979) は “湧蓋山には小規模な地溝とおぼしきものが認められる” と記載している。またこの地方に特徴的である これらの東西方向の地溝は “ほぼ南北方向の広域的引張応力が働いて 80—50 万年前頃から発生した” と考えている。

この付近一帯が 第四紀後半も南北方向の引張応力の場であったとすると 峠の湯・岳の湯などの温泉や DY-1 の噴気など 一連の地熱活動もこれと関係があるのではなからうか 興味深い課題である。

岳の湯地域の地熱構造

大規模深部調査地域内で 大岳・八丁原と並んで優勢な地表徴候を持つ岳の湯地域の地熱は多くの研究が積み重ねられて来ており 300 m までの深度のボーリングデータを含む成果の一部は 報告書としてとりまとめられている (熊本県 1969)。その後 調査ボーリングの数も増加し 1,000 m までの地下情報が一応求められている。このような調査研究の結果から 岳の湯及び周辺地域の地熱の存り方について主として地質的な面での問題として次のような点が指摘されている。

- (1) 岳の湯の地熱は太田ほか (1968) による岳の湯断層と密接な関係を有するといわれているが 貯留層としての具体的なイメージがはっきりしていない。

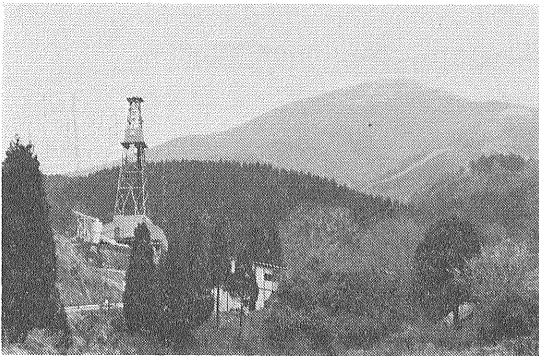


写真 4 岳の湯における K-7 号井の掘削

- (2) 大構造上での岳の湯の位置 特に大岳・八丁原とで貯留層となる豊肥火山岩類の厚さが著しく違うことの意味
- (3) 岳の湯の南西部に変質帯が広く発達しているがその地下に地熱の存在する可能性
- (4) 熱源としての可能性が指摘されている湧蓋山の評価
- (5) その他 熱源と考えられる火山の同定とその規模

通産省資源エネルギー庁の補助を受けて熊本県企業局が掘削した K-7 号井は 上記(1)と貯留層の規模の評価などを目的としている。K-7 号井は前記のとうり優勢な蒸気・熱水を噴出させたが 同時に次のような新たな情報を提供した。

- (1) K-7 孔の地質は上から下へ 涌蓋山溶岩 豊肥火山岩 (筑紫溶岩) 玖珠層群 先玖珠変質火山岩類の順に重なる。本地域に掘られた既存の調査井 (第1表) とは上位層ではよく一致することから相互の対比が可能であり 岳の湯断層の位置・落差が明らかになった。断層は GSR-3 K-7 孔のすぐ北を通り 落差は岳の湯の西側で 200—300m K-7 孔の付近では 400—500m と東側涌蓋山に向かって大きくなる傾向を示している。
- (2) 深度 1,300 m 以深には基盤の変成岩が多く取り込まれており 基盤が近いことを示しているものと思われる。
- (3) 掘削地点では地下 1,130 m 付近に断層破碎帯とみられる部分が存在する。
- (4) 変質は全般的に強く 緑泥石 緑レン石など高温

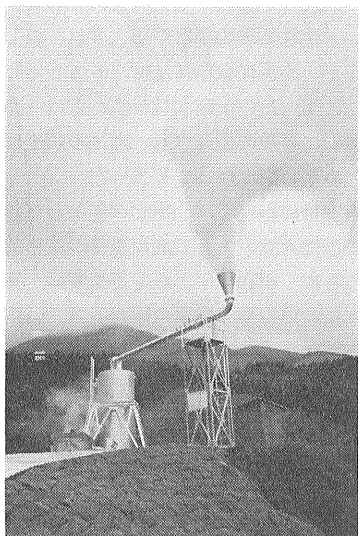


写真5 噴気を続ける K-7 号井

第1表 岳の湯深査井一覧 (深度 200 m 以上)

名 称	坑口高度 (m)	深 度 (m)
K-6	755	600
K-7	790	1,500
TY-1	790	1,001
TY-2	755	704
AS-1	680	500
GSR-3	740	310
A-1	690	242
B-1	710	250

の鉱物が多産している。従って K-7 孔の過去の温度は 250°C 以上あったものと推定される。

以上のような K-7 孔の結果及び既存孔のデータから個別の理由は省略するが本地域の地熱構造として次のようなものが推定される。

- (1) 地熱流体は 岳の湯断層及びそれに伴う断層 破碎帯の部分に集中して存在している。そしてそれを外れた部分では一部の岳の湯断層に付随する断層等を除いて急速に温度が低下し 貯留層も無いとみられる。
- (2) 岳の湯断層の付近では地熱流体は非常に浅くまで上昇して来ており 九重火山岩と豊肥火山岩の境 玖珠層の堆積岩部分 先玖珠変質岩類中の礫状部など貯留層を作っているが横への広がりは大きくない。
- (3) 熱源としては 断層落差の大きくなる涌蓋山方向に求めるのが妥当であろう。

以上のように 岳の湯の地熱は岳の湯断層に伴う典型的な断裂型地熱であり 貯留層の位置・規模なども一応の評価がなされている。しかし、熱源の位置・規模大構造との関連などは広域的な調査によって更に明確な解答が得られるはずであり この点から大規模深部研究の成果が期待される。

文 献

豊肥地熱地域地質図編集グループ(1982) 10万分の1 豊肥地熱地域地質図説明書 特殊地質図(21-1) 地質調査所 23p.  
 池田安隆(1979) 大分県中部火山地域の活断層系. 地理学評論 Vol. 52, p.10-29.  
 木戸道男(1981) 九州中部津江山地の地質および地質構造. 地球科学 Vol. 35, p.115-134.  
 熊本県(1969) 岳湯地区地熱調査報告書. 熊本県企業局.  
 太田良平・松野久也・西村嘉四郎(1968) 熊本県岳の湯及び大分県大岳付近地質調査報告. 地調月報 Vol. 19, p.481-486.